Rev. Écol. Biol. Sol, 1969, T. VI, 2, p. 131-145.

L'Influence de la fumure et des pesticides aldrine, carbaryl et DBCP sur la faune du sol dans la culture des Azalées

PAR

A. HEUNGENS

Centre pour l'Étude de la Culture des Plantes ornementales (IRSIA) *
Dir. Prof. Dr. h. c. J. VAN DEN BRANDE
Chaire de Zoologie, Faculté des Sciences Agronomiques de l'État,
Coupure links, 235, Gent, Belgique

INTRODUCTION

L'influence de la faune du sol sur la croissance des azalées a peu été étudiée jusqu'à présent. Cependant, plusieurs auteurs (JENKINS, 1956 ; SHER, 1958 ; VOGEL & BERNET, 1958 ; DE MAESENEER, 1962 ; BARKER et al., 1964 et 1965 ; HEUNGENS, 1965 a) ont traité des dégâts provoqués par des nématodes phytophages et de la lutte contre ceux-ci.

Certains éléments de la faune et de la flore contribuent considérablement à la fertilité du sol, tandis que d'autres sont des parasites obligatoires ou facultatifs.

Toute intervention dans la nature peut ainsi provoquer par interaction une modification du rendement présumé.

Les expériences relatées dans le présent article peuvent être considérées comme une étude préliminaire des problèmes susmentionnés. Leur but était d'examiner dans quelle mesure différentes fumures ainsi que l'administration des insecticides aldrine et carbaryl, et du nématicide dibromo-chloropropane (DBCP) pourraient modifier la faune du sol.

En outre, nous recherchions à déterminer l'effet de l'ensemble « produit » et « faune et flore modifiées » sur la croissance et la qualité d'*Azalea indica*.

* Recherches subsidiées par l'Institut pour l'Encouragement de la Recherche Scientifique dans l'Industrie et l'Agriculture.

Matériel et méthodes

Un essai en pots en forme de carré latin (8 × 8) a débuté fin mai 1967 en serre. Il portait sur « *Azalea indica* » cultivar « Perle de Noisy » âgé d'un an et cultivé sur litière fraîche de conifères.

La fumure des plantes consistait, d'une part, en « germes de malt » (4-1,5-1,5), d'autre part, en un engrais chimique composé, l'« Alkrisal » (18-6-12). Les germes de malt ont été administrés en une fois à raison de 20 g par litre de substrat, l'Alkrisal en solution et en deux fois (fin mai et début juillet) à raison de 0,5 g par application. La contenance des pots était de 0,75 litre. En outre, on a administré à une partie des plantes soit un insecticide du sol, soit un nématicide. Les marques commerciales suivantes ont été employées : Aldrin 25 Gorsac (25 % d'aldrine), Dicarbam (50 % de carbaryl) et Némagon émulsifiable (75 % de DBCP). L'aldrine et le carbaryl ont été administrés en deux fois à raison de 100 g/are (20.000 l) et par application, le DBCP la première fois à une dose de 500 g et la seconde fois à une dose de 250 g.

Les applications ont eu lieu fin mai et début juillet.

Les données suivantes ont été obtenues en ce qui concerne le diamètre des couronnes : $\bar{x} = 19{,}6$ cm ; $s = 0{,}74$ cm ; $s_{\bar{x}} = 0{,}13$ cm ; $n = 32$.

Parallèlement au carré latin, nous avons effectué un essai préliminaire en 24 pots sur les mêmes produits, afin de déterminer le mode d'échantillonnage et la reconstitution de la population. L'essai préliminaire a été analysé après 3 semaines, le carré latin après 12.

Les racines ont une grande influence sur le nombre des organismes, ainsi qu'il a été noté par Muller (1965) et Parkinson (1967), surtout chez l'azalée, la différence est frappante (Heungens, 1968). D'autre part, il a été démontré avec certitude que les organismes du sol ont une densité plus grande dans les 5 premiers centimètres (Schaller, 1949 ; Kuhnelt, 1950 ; Van der Drift, 1951 ; Murphy, 1953 ; Wilcke, 1953 ; Wallwork, 1959 ; Poole, 1961 ; Bassus, 1962 ; Milne, 1962 ; Dhillon & Gilson, 1962 ; De Maeseneer, 1963 ; Peachey, 1963 ; Madge, 1965 ; Hale, 1966 ; Van den Brande & Heungens, 1968).

Tenant compte de ces observations, nous avons divisé la motte en secteurs similaires de 100 ml environ (voir fig. 1). Chaque secteur a été déchiqueté, introduit dans une mesure de 100 ml et adapté à ce volume.

On a extrait la faune suivante : les lombrics, les enchytréides, les nématodes, les acariens et les collemboles.

A cet effet, on a utilisé 3 méthodes : un entonnoir de Tullgren pour les acariens et les collemboles ; un entonnoir de Baermann modifié pour les enchytréides et les lombrics juvéniles (les vers de plus grande taille furent enlevés au moyen d'une pincette) et, finalement, une méthode d'Oostenbrink modifiée, décrite par De Maeseneer & D'Herde (1963) pour les nématodes. Pour de plus amples détails, voir Heungens (1968).

Lors de l'essai préliminaire, on a examiné, dans chacun des pots, 2 secteurs pour les oligochètes, 2 secteurs pour les nématodes et 3 pour les micro-arthropodes. Cet essai a démontré que pour les organismes enregistrés la variance intra était plus petite que la variance inter.

Par conséquent, nous nous sommes contentés de ne prélever qu'un échantillon par méthode d'extraction dans les pots du « carré latin ou essai principal », parce que nous pouvons supposer que cet échantillonnage est assez représentatif et que le travail requis en est au moins réduit de moitié.

L'essai principal a été analysé comme suit : total (63), rangées (7), colonnes (7), traitements (7), erreur résiduelle (42). Entre parenthèses, le nombre de degrés de liberté. Les traitements ont eux-mêmes été divisés en : fumures (1), pesticides (3), interaction (3).

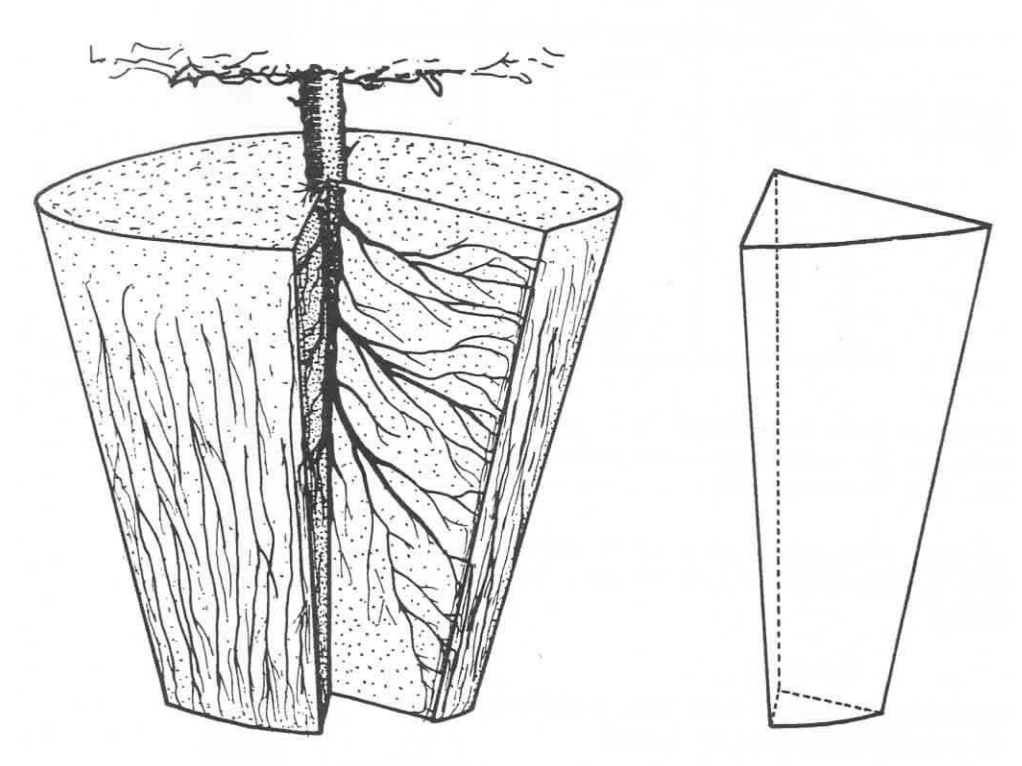


FIG. 1. — Croquis d'un secteur pour l'échantillonnage.

RÉSULTATS ET DISCUSSION

1) Plantes.

Le tableau 1 mentionne les diamètres des couronnes d'azalées en fonction du traitement. On n'a pas observé de différences qualitatives entre les plantes étudiées.

2) Faune.

Au tableau 2 est repris le nombre d'organismes les plus fréquemment rencontrés dans les parcelles-témoins de l'essai préliminaire et de l'essai principal. Ce tableau nous permet de comparer les populations de juin et d'août.

TABLEAU I

Le diamètre de la couronne des azalées (cm), en fonction du traitement

Traitement	diamètre moyen de la couronne	valeur F	d.s.	Conclusion
Fumure		12,45	1,1	G > A pour 0,01
germes de malt (400 kg/are) (G)	26,8			
Alkrisal (20 kg/are) (A)	25,3			
Pesticides		2,07		
témoin	26,6			
aldrine (200 g/are)	26,4			
carbaryl (200 g/are)	25,3			
DBCP (750 g/are)	25,9			
Interaction		1,82		

La répartition des organismes dans ce substrat pour azalée est traitée au tableau 3. On y démontre que les organismes sont présents en « agrégats » (DEBAUCHE, 1958 et 1962 ; ANDREWARTHA, 1961 ; CANCELA DA FONSECA, 1965 et 1966).

Le rapport $s^2/\bar{x} > 1$ peut être testé (GREIG-SMITH, 1964). En appliquant cette méthode au tableau 3, nous avons trouvé un seuil de signification de 0,001 pour tous les groupes.

TABLEAU II

Nombre moyen d'exemplaires par 100 ml dans l'essai préliminaire (juin) et principal (août) pour les témoins

Groupes	Moyenne arithmétique		Moyenne logarithmique *		Moyenne retransformée **	
	juin	août	juin	août	juin	août
Lumbricidae	3,7	3,2	0,613	0,548	3,1	2,5
Enchytraeidae	361	212	2,537	2,309	344	203
Nématodes saprophages	6080	8000	3,685	3,839	4840	6900
Collembola	73	8	1,543	0,741	34	4,5
Gamasides	27	77	1,321	1,847	21	70
Oribatei	144	136	2,142	—	138	—
- *Camisiidae*	—	48	—	1,598	—	40
- *Eremaeidae*	—	41	—	1,518	—	33
- *Phthiracaridae*	—	43	—	1,574	—	38
- Autres *Oribatei*	—	4	—	—	—	—

* log x pour les *Enchytraeidae, Nematoda, Gamasides, Oribatei* et *Eremaeidae*.
log (x+1) pour les *Lumbricidae, Collembola, Camisiidae* et *Phthiracaridae*.
** par lecture directe des tables logarithmes.

La faune des collemboles se composait surtout d'*Isotomidae*, avec quelques *Entomobryidae*.

TABLEAU III

Type de distribution par groupe étudié dans l'essai principal, abstraction faite des traitements (n = 64). Grandeur de l'échantillon : 100 ml

Groupes	Moyenne arithmétique $\bar{x}$	Variance s^2	$s^2/\bar{x}$
Lumbricidae	1,75	3,24	1,85
Enchytraeidae	226	4895	21,66
Nématodes saprophages	139 × 50	8396	60,40
Collembola	17,2	1893	110,06
Gamasides	52,7	1156	21,94
Camisiidae	26,8	1344	50,15
Eremaeidae	37,1	923	24,88
Phthiracaridae	28,5	559	19,61

Le tableau 4 donne la composition de la faune acarienne.

TABLEAU IV

Composition (%) de la faune acarienne sur un total de 9.943

Gamasides (33,90 %) :
- *Macrochelidae,*
  - *Parholaspulus alstoni* (Evans) (33,38 %),
- *Parasitidae,*
  - *Eugamasus* sp.,
- *Pachylaelaptidae,*
  - *Pachylaelaps* sp.

Zerconina (0,15 %).

Uropodina (0,19 %).

Prostigmata (0,61 %) :
- *Pachygnathidae,*
  - *Bimichaelia diadema* (GDJ.) (0,59 %),
- *Raphignathidae,*
  - *Ledermulleria rhodomela* (C.L.K.) (0,02 %).

Tarsonemini (0,01 %) :
- *Scutacaridae,*
  - *Scutacarus* sp.

Acaridiae (0,49 %).

Oribatei (64,65 %) :
- *Nanhermanniidae,*
  - *Nanhermannia* sp. (0,05 %),
- *Hypochthoniidae,*
  - *Hypochthonius rufulus* (C.L.K.) (0,15 %),

- *Camisiidae,*
  - *Nothrus pratensis* (Sell.) (17,22 %),
  - *Nothrus silvestris* (Nic.) (0,05 %),
- *Eremaeidae,*
  - *Oribella castanea* (Herm.) (16,99 %),
  - *Oppia nova* (Oudms.) (6,90 %),
- *Carabodidae,*
  - *Tectocepheus velatus* (Mich.) (2,35 %),
- *Notaspididae,*
  - *Scheloribates confundatus* (Selln.) (1,95 %),
  - *Chamobates cuspidatus* (Mich.) (0,64 %),
- *Phthiracaridae,*
  - *Steganacarus striculus* (C.L.K.) (12,68 %),
  - *Pseudotritia minima* (Berl.) (1,82 %),
  - *Phthiracarus borealis* (Träg.) (3,32 %),
  - *Phthiracarus piger* (Scop.) (0,52 %),
  - *Oribotritia* sp. (0,01 %).

Parmi les lombrics, nous avons surtout trouvé des petites espèces à pigmentation rouge, acidophiles et ubiquistes. Les espèces dominantes sont *Dendrobaena octaedra, D. attemsi* et *Lumbricus rubellus* et, en plus *D. rubida, L. castaneus* et *Eisenia eiseni.* Plus rare est *Allolobophora chlorotica* (HEUNGENS, 1965 b et 1968).

Parmi les *Enchytraeidae, Cognettia sphagnetorum* domine fortement.

Par nématodes saprophages nous entendons les saprophages et semi-saprophages suivant BASSUS (1967). Habituellement, on rencontre également dans les cultures d'azalées de nombreux semi-parasites comme *Tylenchus* et *Psilenchus,* ce qui n'était pas le cas ici.

3) **La fumure.**

La comparaison de la faune entre les deux différentes fumures est reprise au tableau 5.

Nous constatons que la fumure à base de germes de malt stimule davantage les populations de lombrics, des enchytréides et des nématodes saprophages que l'engrais minéral. WILCKE (1956 et 1962), SAUERLANDT & MARZUSCH-TRAPPMAN (1959), ainsi que BASSUS (1967) ont également constaté l'augmentation des lombrics, des enchytréides et des nématodes semi-saprophages par des engrais organiques.

La population des *Gamasides* était également plus nombreuse dans les pots traités aux germes de malt et cette impression s'impose également pour les collemboles, mais la preuve statistique ne peut être livrée.

La faune en question augmente avec la fumure aux germes de malt ce qui semble logique en ce qui concerne les lombrics, les enchytréides, les nématodes saprophages et les collemboles, parce que ceux-ci sont, pour la majeure partie de leur alimentation, beaucoup plus contraints à consommer de la matière pourrissante et à en assurer l'humification. Certains enchytréides et nématodes semi-saprophages se nourrissent en outre de bactéries, et ces dernières sont certainement stimulées par l'engrais organique, comme c'est d'ailleurs le cas pour certains champignons dont plusieurs collemboles se

TABLEAU V

L'influence de 2 fumures (germes de malt 20 g/l et Alkrisal 1 g/l substrat) sur la faune du sol dans la culture de l'azalée

g = germes de malt a = Alkristal	Nombre moyen d'exemplaires par 100 ml	Moyenne logarithmique (x)	Différence significative	Conclusion
Lumbricidae :				
g	2,41	0,448	0,138**	g > a
a	1,09	0,265		pour 0,01
Enchytraeidae :				
g	241	2,365	0,055*	g > a
a	212	2,302		pour 0,05
Nématodes saprophages :				
g	188 × 50	2,410	0,100**	g > a
a	89 × 50	1,900		pour 0,01
Collembola :				
g	21,3	0,875	—	g = a
a	13,0	0,762		
Gamasides :				
g	60,1	1,700	0,149**	g > a
a	45,3	1,574	0,111*	pour 0,05
Camisiidae :				
g	22,3	0,817	—	g = a
a	31,4	0,933		
Eremaeidae :				
g	32,0	1,427	—	g = a
a	42,2	1,496		
Phthiracaridae :				
g	26,7	1,260	—	g = a
a	30,3	1,261		

(x) log x pour les *Enchytraeidae, Nematoda, Gamasides* et *Eremaeidae.*
log (x + 1) pour les *Lumbricidae, Collembola, Camisiidae et Phthiracaridiae.*
* différence significative pour le seuil de 0,05.
** différence significative pour le seuil de 0,01.

nourrissent, de sorte que pour ces groupes l'augmentation en nombre est naturelle.

Les *Gamasides* se nourrissent de la micro-faune et, dans ce cas, leur accroissement peut être un effet indirect de la fumure. Un antagonisme éventuel entre *Gamasides* et collemboles pourrait aussi expliquer pourquoi la population des collemboles n'était, statistiquement parlant, pas plus nombreuse avec les germes de malt qu'avec l'Alkrisal.

Dans les objets « engrais organique » nous n'avons toutefois pas observé de populations plus nombreuses de *Camisiidae*, d'*Eremaeidae* et de *Phthiracaridae* par rapport à l'engrais minéral, mais nous avons constaté plutôt le contraire. Leur nutrition est probablement indépendante de protéines facilement digestibles.

On admet généralement que les *Phthiracaridae* se nourrissent de bois et de feuilles pourrissantes (JACOT, 1936 et 1939 ; RIHA, 1951 ; SCHUSTER, 1955 et 1956 ; WALLWORK, 1958 ; WOOLLEY, 1960 ; FUHRER, 1961 ; HAYES, 1963). Les *Oppia* paraissent être coprophages (WALLWORK, 1958) ainsi que, dans certains cas, les *Nothrus*. FORSSLUND (1938) admet que les *Oribatei*, à l'exception des *Phthiracaridae*, jouent un rôle peu important dans la transformation de la litière, mais sont des consommateurs de champignons. NOORDHAM & VAN DER VAARTDE VLIEGER (1943) ont également constaté que les *Phthiracaridae* (e.a. *Hoploderma sp.* = *Steganacarus sp.*, *Phthiracarus borealis* et *P. piger*) se nourrissent beaucoup de feuilles de chêne et de hêtre, ce qui était aussi le cas pour *Nothrus silvestris*.

On dispose de maigres données sur les *Eremaeidae* et les *Camisiidae*. Nos résultats portent toutefois à croire qu'ils jouent bien un rôle similaire à celui des *Phthiracaridae* dans la litière forestière des conifères.

Mentionnons encore que DUDICH, BALOGH & LOKSA (1952) ainsi que FORSSLUND (1938) sont d'avis que la plupart des *Oribatei* sont des consommateurs de champignons. Il est difficile à dire à quel point ceci est contraire aux données susmentionnées, étant donné que les champignons pullulent dans les aiguilles en décomposition.

4) **Pesticides.**

Les effets de l'aldrine, du carbaryl et du DBCP sur la faune du sol sont résumés au tableau 6.

La lutte contre les lombrics est difficile à réaliser à l'aide de l'aldrine dans la litière de conifères, à moins d'employer de très fortes doses (HEUNGENS & DE CLERCQ, 1964 ; HEUNGENS, 1966). Nous avons toutefois l'impression qu'une dose de 200 g d'aldrine par are permet de réduire en 2 mois la population au moins de moitié. Le carbaryl paraît être le plus toxique parmi les produits employés contre les oligochètes, ainsi qu'il a été d'ailleurs constaté antérieurement (AN DER LAN, 1962 ; AN DER LAN & ASPÖCK, 1962 ; ASPÖCK, 1962 ; HEUNGENS, 1966). En cas d'infestation par des anguillules, la population des lombrics est réduite environ de moitié par la dose prescrite de DBCP, ce qui confirme nos résultats antérieurs.

Une dose de 200 g d'aldrine par are n'eut aucune influence sur les enchytréides, les nématodes et les collemboles. Ceci est en contradiction avec les données d'EHRENHARDT & SCHNEIDER (1955), SCHMITT (1956), FOX (1958) et EDWARDS & DENNIS (1960).

L'effet sur les acariens était également insignifiant ou inexistant. Il faut toutefois tenir compte du fait que la plupart des données bibliographiques ont trait à la faune d'autres sols.

Les résultats d'ASPÖCK (1962) sont confirmés en grandes lignes par les données que nous avons obtenues. Le carbaryl peut pratiquement exterminer une faune de collemboles, mais il est moins nuisible aux acariens, bien qu'il y ait des différences selon les familles. *Nothrus* paraît être très sensible. Les données de STEGEMAN (1964) correspondent dans l'ensemble.

Le DBCP à raison de 750 g par are paraît être inoffensif pour les enchytréides et les collemboles, mais possède, hormis son action nématicide, une nette activité acaricide.

TABLEAU VI

L'influence de l'aldrine (200 g/are), du carbaryl (200 g/are) et du DBCP (750 g/are) sur la faune du sol dans la culture de l'azalée

Témoin = T Aldrin = A Carbaryl = C DBCP = D	Nombre moyen d'exemplaires par 100 ml	Moyenne logarithmique (x)	Différence significative	Conclusion
Lumbricidae :				
T	3,19	0,548	0,197 **	T > D, A, C
A	1,44	0,322	0,147 *	pour 0,01
C	0,88	0,213		
D	1,50	0,343		
Enchytraeidae :				
T	212	2,309	0,105 **	D > T pour 0,05
A	249	2,382	0,079 *	D, A > C
C	190	2,254		pour 0,01
D	255	2,390		
Nématodes saprophages :				
T	160 × 50	2,142	0,143 **	A, T, C > D
A	170 × 50	2,181	0,107 *	pour 0,01
C	152 × 50	2,096		
D	74 × 50	1,826		
Collembola :				
T	8,1	0,741	0,394 **	D > A, T, C
A	12,6	0,926	0,295 *	pour 0,01
C	0,2	0,049		A, T > C
D	47,9	1,559		pour 0,01
Gamasides :				
T	76,9	1,847	0,211 **	T > C, D
A	57,6	1,695	0,158 *	pour 0,01
C	48,1	1,616		A, C > D
D	28,1	1,392		pour 0,01
Camisiidae :				
T	47,9	1,467	0,362 **	A, T > C, D
A	54,7	1,598	0,271 *	pour 0,01
C	4,6	0,407		C > D pour 0,01
D	0,1	0,030		
Eremaeidae :				
T	42,9	1,518	0,259 **	C > A pour 0,01
A	23,8	1,296	0,194 *	A > T pour 0,05
C	53,3	1,615		C > D pour 0,05
D	28,4	1,418		
Phthiracaridae :				
T	41,2	1,574	0,348 **	T, C, A > D
A	31,1	1,356	0,261 *	pour 0,01
C	34,3	1,428		
D	7,5	0,683		

(x) log x pour les *Enchytraeidae, Nematoda, Gamasides* et *Eremaeidae.*
log (x + 1) pour les *Lumbricidae, Collembola, Camisiidae* et *Phthiracaridae.*
* différence significative pour le seuil de 0,05.
** différence significative pour le seuil de 0,01.

5) **Antagonismes.**

Le rapport *Collembola/Gamasides* s'accrut, de 8/77 pour les témoins, à 48/28 après administration de DBCP, ce qui correspond à une augmentation de 17 fois. Nous avions déjà constaté antérieurement un changement encore plus marqué de ce rapport (HEUNGENS, 1968).

Ce phénomène peut être expliqué suivant 2 hypothèses, qui probablement se complètent mutuellement :

1) par suite de l'administration de DBCP, une plus grande quantité de nourriture est rendue disponible pour les collemboles ;

2) le développement des prédateurs de collemboles est fortement freiné par le DBCP.

Selon la première hypothèse, une certaine quantité de nourriture serait devenue disponible pour les collemboles par la suppression de groupes de consommateurs analogues, comme certains *Oribatei*. De la nourriture peut devenir disponible par l'action du DBCP sur la microflore, encore que les *Oribatei* auraient pu aussi en profiter, ce qui n'a pas été constaté, mais est admissible vu la forte toxicité du DBCP pour ces acariens.

La deuxième hypothèse est plus probable, parce qu'elle est étayée par les résultats de KARG (1961) et de SHARMA & KEVAN (1963) ; tandis que GRIGOR'EVA (1952), BAUDISSIN (1952), SHEALS (1955 et 1956) et BUAHIN & EDWARDS (1963) ont tiré les mêmes conclusions de leurs expériences.

Dans ce cas, *Parholaspulus alstoni* serait un prédateur des collemboles, puisque cette espèce constitue 98 % de la population des acariens prédateurs. C'est cette espèce qui, lors de l'antagonisme *Gamasides-Collembola*, constaté plus tôt, domina nettement la population des *Gamasides* (HEUNGENS, 1968).

WEIS-FOGH (1948) et HUGHES (1959) étaient déjà d'avis que certains *Macrochelidae* sont des prédateurs.

Un second antagonisme a été observé chez les *Eremaeidae* (voir Tableau 7).

TABLEAU VII

Composition (%) des *Eremaeidae* en fonction du traitement

Traitement	Oribella castanea	Oppia nova	Nombre moyen des Eremaeidae par 100 ml (n = 16)
Témoin	95,8 %	4,2 %	42,9
Aldrine	90,3 %	9,7 %	23,8
Carbaryl	90,6 %	9,4 %	53,3
DBCP	7,8 %	92,2 %	28,4

Les *Eremaeidae* comprenaient 2 espèces : *Oribella castanea* et *Oppia nova*, espèce beaucoup plus petite.

Nous voyons qu'*Oribella* domine fortement, sauf dans les pots traités au DBCP où le contraire se produit. Le hasard est exclu dans ce cas, étant donné

que nous trouvons pour les 16 répétitions du carré latin des résultats analogues.

Dans les pots-témoins, il y a en moyenne 42,9 × 4,2 % = 1,8 d'*Oppia* par 100 ml de terre. Pareille proportion pourrait être considérée comme population initiale, étant donné que la population des *Oribatei* est restée presque inchangée de juin à août. Or, dans les pots traités au DBCP, nous comptons en moyenne 28,4 × 92,2 % = 26,2 *Oppia*. En d'autres termes, cette population s'est fortement accrue, tandis que les *Oribella* ont péri.

Trois hypothèses sont possibles :

1) l'action très spécifique du DBCP sur certains organismes ;

2) la reconstitution de la population *Oppia nova* se fait beaucoup plus rapidement que celle d'*Oribella*, peut-être parce que la concurrence alimentaire est moins prononcée ;

3) un autre organisme, probablement *Oppia nova-Parholaspulus alstoni*.

On peut admettre que *Parholaspulus alstoni* parasite surtout *Oppia*, parce que ceux-ci sont beaucoup plus petits qu'*Oribella* et sont donc une proie plus facile.

Le fait que la population des *Enchytraeidae* n'eut pas à souffrir de l'action de l'aldrine et du DBCP peut être dû aussi à *Parholaspulus alstoni*, étant donné que ces produits sont toxiques pour les lombrics.

CONCLUSION

La motte adhérant aux racines d'azalées cultivées en litière de conifères contient une faune abondante, qui a normalement une répartition binomiale négative.

Les pots traités par des germes de malt contiennent une faune plus riche en nématodes saprophages, lombrics, enchytréides, et acariens prédateurs que ceux traités à l'Alkrisal. Ceci n'est pas le cas pour les *Camisiidae*, *Eremaeidae* et *Phthiracaridae*, tandis que c'est douteux en ce qui concerne les collemboles. Ces différences sont probablement dues à la spécificité alimentaire.

L'aldrine à raison de 200 g par are est peu nuisible à cette faune. Le carbaryl à cette dose est très toxique pour les lombrics et les collemboles.

Le DBCP à 750 g par are possède des propriétés nématicides et acaricides prononcées. Ce dernier fait pourrait être la cause de l'augmentation du rendement des azalées, provoquée parfois par le DBCP dans le cas où les nématodes parasitaires ne sont pas constatés.

D'après nos résultats, *Parholaspulus alstoni* serait un prédateur important. Les antagonismes constatés portent à croire que les collemboles et *Oppia nova* peuvent être considérés comme proies de ce prédateur, sans exclure toutefois les enchytréides.

Conclusion

The rootball of azaleas, grown in pine needle litter, has a very rich fauna, which is normally distributed negative binominal in the soil.

Pots treated with malt germs contain a richer fauna of saprophagous nematodes, earthworms, enchytraeids and gamasids than those treated with Alkrisal. This is not so for the *Camisiidae, Eremaeidae* and *Phthiracaridae,* and dubious for *Collembola.* The differences are probably due to their nutritive specificity.

200 g of aldrin per are has little obnoxious effect on these fauna. In the same dose, carbaryl is very toxic for earthworms and *Collembola.* DBCP at a dose of 750 g per are has pronounced nematicidal and acaricidal properties. This would be the cause of the higher azalea-yield obtained with DBCP in cases where no parasitic nematodes were recorded.

According to our results, *Parholaspulus alstoni* would be an important predator. The observed antagonisms indicate that *Collembola* and *Oppia nova* can be considered as a prey, but *Enchytraeidae* cannot be excluded.

Résumé

Dans un essai en pots en forme de carré latin (8 × 8), on a étudié l'influence d'engrais (germes de malt et Alkrisal), d'insecticides (aldrine et carbaryl) et d'un nématicide (le dibromo-chloropropane) sur la faune du sol dans la culture des azalées.

Les résultats ont été résumés en 7 tableaux. La faune suivante a été examinée : les *Lumbricidae,* les *Enchytraeidae,* les nématodes saprophages et semi-saprophages, les *Collembola* et les *Acari.*

On a tiré des conclusions concernant l'écologie, la lutte et la biologie de ces groupes et familles.

Summary

In a pot experiment as a latin square (8 × 8), the effect of fertilizers (malt germs and Alkrisal), insecticides (aldrin and carbaryl) and a nematicide (dibromo-chloropropane) on the soil fauna in the azalea culture was tested.

The results are summarized in 7 tables. The following fauna has been treated: *Lumbricidae, Enchytraeidae,* sarophagous and semi-sarophagous nematodes, *Collembola* and *Acari.*

Certain conclusions have been drawn on the ecology, the control and the biology of these groups and families.

Remerciements

La détermination des acariens a été effectuée par M. Jean Cooreman, Sous-directeur de Laboratoire à l'Institut Royal des Sciences Naturelles de Belgique, Chef de Section d'Entomologie.

Je tiens à exprimer ici à M. Cooreman ma grande reconnaissance et mes remerciements pour son aide estimée.

BIBLIOGRAPHIE

AN DER LAN (H.), 1962. — Histopathologische Auswirkungen von Insektiziden (DDT und Sevin) bei Wirbellosen und ihre cancerogene Beurteilung. *Mikroskopie*, **17**: 85-112.

AN DER LAN (H.) und ASPÖCK (H.), 1962. — Zur Wirkung von Sevin auf Regenwürmer. *Anz. Schädlingskunde*, **35**: 180-182.

ANDREWARTHA (H. G.), 1961. — Introduction to the study of animal populations. *Chicago, The University Press*, XVIII + 281 pp.

ASPÖCK (H.), 1962. — Biologische Eigenschaften des Sevin (1-Naphthyl-N-methylcarbamat). *Diss. Insbruck.*

BARKER (K. R.) and WORF (G.), 1964. — Parasitism of « southern stock » azaleas in Wisconsin by *Tylenchorynchus claytoni, Trichodorus christiei* and *Meloidogyne incognita*. *Phytopathology*, **54**: 887.

BARKER (K. R.), WORF (G. L.) and EPSTEIN (A. H.), 1965. — Nematodes associated with the decline of azaleas in Wisconsin. *Plant Dis. Reporter*, **49**: 47-49.

BASSUS (W.), 1962. — Über die Vertikalverteilung und den Massenwechsel der Nematoden in Waldböden Mitteldeutschlands. *Nematologica*, **7**: 281-293.

BASSUS (W.), 1967. — Der Einflusz von Meliorations- und Düngungsmasznahmen auf die Nematodenfauna verschiedenes Waldböden. *Pedobiologia*, **7**: 280-295.

BAUDISSIN (F. v.), 1952. — Die Wirkung von Pflanzenschutzmitteln auf Collembolen und Milben in verschiedenen Böden. *Zool. Jahr. Syst.*, **81**: 47-90.

BAUER (K.), 1964. — Studien über Nebenwirkungen von Pflanzenschutzmitteln auf die Bodenfauna. Mitteilungen aus der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft Berlin-Dahlem. Heft 112.

BUAHIN (C. K. A.) and EDWARDS (C. A.), 1963. — The side-effects of toxic chemicals in the soil on arthropods and worms. *Rep. Rothampst. Exp. Sta.* for 1962: 156-157.

CANCELA DA FONSECA (J. P.), 1965. — L'outil statistique en biologie du sol. I. Distributions de fréquences et tests de signification. *Rev. Écol. Biol. Sol*, **2**: 299-332.

CANCELA DA FONSECA (J. P.), 1966. — L'outil statistique en biologie du sol. III. Indices d'intérêt écologique. *Rev. Écol. Biol. Sol*, **3**: 381-407.

DEBAUCHE (H. R.), 1958. — Problèmes de biocénotique. *Rev. Quest. Sci.*, **129**: 58-89.

DEBAUCHE (H. R.), 1962. — The structural analysis of animal communities of the soil. *Progress in Soil Zoology*, ed. Murphy, 10-25.

DE MAESENEER (J.), 1962. — Relations of *Trichodorus christiei* to dieback of *Rhododendron* and *Azalea* (Abstract). *Nematologica*, **7**: 13.

DE MAESENEER (J.), 1963. — Ökologische Beobachtungen an freilebenden Nematoden in Weiden. *Nematologica*, **9**: 255-261.

DE MAESENEER (J.) en D'HERDE (J.), 1963. — Methoden gebruikt bij het onderzoek naar vrijlevende wortelaaltjes. *Landbouwtijdschrift*, **16**: 441-447.

DHILLON (B. S.) and GIBSON (N. H. E.), 1962. — A study of the Acarina and Collembola in soils. I. Numbers and distribution in indisturbed grassland. *Pedobiologia*, **1**: 189-209.

DUDICH (E.), BALOGH (J.) und LOKSA (I.), 1952. — Produktionsbiologische Untersuchungen über die Arthropoden der Waldböden. *Acta. Biol. Acad. Sci. Hung.*, **3**: 295-317.

EDWARDS (C. A.) and DENNIS (E. B.), 1960. — Some effects of aldrin and DDT on the soil fauna of arable Land. *Nature, London*, **188**: 187.

EHRENHARDT (H.) und SCHNEIDER (H.), 1955. — Toxizitätsstudien and der Collembole *Onychiurus armatus* Tullb. *Zeitschr. angew. Ent.*, **37**: 358-371.

FORSSLUND (K. H.), 1938. — Beiträge zur Kenntnis Einwirkung der Bodenbewohnenden Tiere auf die Zersetzung des Bodens. I. Über die Nahrung einiger Hornmilben. *Meddelandn fran Statens Skogförsöksanstalt,* **3**: 87-106.

FOX (C. J. S.), 1958. — Some effects of insecticides on the wireworms and vegetation of grassland in Nova Scotia. *Proc. 10th int. Congr. Ent. Ottawa,* **3**: 297-300. Cité par Bauer (K.), 1964.

FUHRER (E.), 1961. — Der Einflusz von Pflanzenwurzeln auf die Verteilung der Kleinarthropoden im Boden, untersucht an *Pseudotritia ardua (Oribatei). Pedobiologia,* **1**: 99-112.

GREIG-SMITH (P.), 1964. — Quantitative plant ecology. *Butterworths, London,* 2nd ed., XII + 256 pp.

GRIGOR'EVA (T. G.), 1952. — The effect on the soil fauna of hexachlorane applied to the soil. *Dokl. Vses. Akad. Sel'skohoz. Nauk Lenina,* **12**: 16-20.

HALE (W. G.), 1966. — A population study of moorland Collembola. *Pedobiologia,* **6**: 65-99.

HAYES (A. J.), 1963. — Studies on the feeding preferences of some Phthiracarid Mites (Acari : Oribatidae). *Ent. exp. & appl.,* **6**: 241-256.

HEUNGENS (A.) en DE CLERCQ (R.), 1964. — Bestrijding van regenwormen in sparregrond. *Mededel. Landb. hog. school en Opzoek. Sta. Staat, Gent,* **29**: 1128-1138.

HEUNGENS (A.), 1965 a. — Chemische bestrijding van bodemmoeheid in de azaleateelt. *Mededel. Landb. hog. en Opzoek. Sta. Staat, Gent,* **30**: 1444-1453.

HEUNGENS (A.), 1965 b. — Bijdrage tot de studie van de regenwormfauna in azaleaserres. *Biologisch Jaarboek,* **33**: 383-402.

HEUNGENS (A.), 1966. — Bestrijding van regenwormen in sparregrond en in vitro. *Mededel. Rijksfac. Landbouwwet., Gent.,* **31**: 329-342.

HEUNGENS (A.), 1968. — The influence of DBCP on the soil fauna in azalea culture. *Pedobiologia,* **8**: 281-288.

HUGHES (T. E.), 1959. — Mites or the Acari. University of London. *Athlone Press.*

JACOT (A. P.), 1936. — Spruce litter reduction. *Canad. Ent.,* **68**: 31.

JACOT (A. P.), 1939. — Reduction of spruce and fir litter by minute animals. *J. For.,* **37**: 858-860.

JENKINS (W. R.), 1956. — Decline of azaleas, a possible new nematode disease. *Maryland Florist,* **35**: 1-2.

KARG (W.), 1961. — Ökologische Untersuchungen von edaphischen Gamasiden *(Acarina, Parasitiformes). Pedobiologia,* **1**: 53-98.

KÜHNELT (W.), 1950. — Bodenbiologie. *Verlag Herold, Wien,* 368 S.

MADGE (D. S.), 1965. — A study of the Arthropod Fauna of four contrasting Environments. *Pedobiologia,* **5**: 289-303.

MILNE (S.), 1962. — Phenology of a natural population of soil Collembola. *Pedobiologia,* **2**: 41-52.

MULLER (G.), 1965. — Bodenbiologie. *Veb Gustav Fisher Verlag, Jena,* 889 p.

MURPHY (P. W.), 1953. — The biology of forest soils with special reference to the mesofauna or meiofauna. *J. Soil Sci.,* **4**: 155-193.

NOORDHAM (D.) en DE VLIEGER (Van der Vaart-), 1943. — Een Onderzoek naar de samenstelling en betekenis van de fauna van Eikenstrooisel. *Ned. Boschbouwk. Tijdschrift,* **16**: 470-492.

PARKINSON (D.), 1967. — Soil micro-organisms and plant roots. In « Soil Biology », *ed. Burges and Raw,* 449-478.

PEACHEY (J. E.), 1963. — Studies on the *Enchytraeidae (Oligochaeta)* of Moorland Soil. *Pedobiologia,* **2**: 81-95.

POOLE (T. B.), 1961. — An ecological study of the Collembola in a coniferous forest soil. *Pedobiologia,* **1**: 113-137.

RIHA (G.), 1951. — Zur Ökologie der Oribatiden in Kalksteinboden. *Zool. Jb. (Syst.)*, **80**: 407-450.

SAUERLANDT (W.) und MARZUSCH-TRAPPMANN, 1959. — Der Einflusz der organischen Düngung auf die Besiedlungsdichte der Enchytraeiden im Ackerboden. *Zeitschr. Pflanzenernähr. Dung. Bodenkde*, **86**: 250-257.

SCHALLER (F.), 1949. — Zur Ökologie der Collembolen in Kalksteinböden (nebst einigen Bemerkungen über Proturen). *Zool. Jb. Syst.*, **7**: 263-293.

SCHMITT (F.), 1956. — Experimentelle Untersuchungen über das Verhalten von Hexachlorcyclohexan und Aldrin im Boden unter besonderer Berücksichtigung von Wirkungsdauer, Beeinflussung der Kleintierfauna und Geschmacksbeeinträchtigung von Bodenfrüchten. *Diss. Hohenheim.*

SCHUSTER (R.), 1955. — Untersuchungen über die bodenbiologische Bedeutung der Oribatiden. *Naturwissenschaften*, **42**: 108.

SCHUSTER (R.), 1956. — Der Anteil der Oribatiden an der Zersetzungsvorgängen im Boden. *Z. Morph. Oekol. Tiere*, **45**: 1-33.

SHARMA (G. D.) and KEVAN (D. K. McE.), 1963. — Observations on *Isotoma notabilis (Collembola, Isotomides)* in Eastern Canada. *Pedobiologia*, **3**: 34-47.

SHEALS (J. G.), 1955. — The effects of DDT and BHC on soil *Collembola* and *Acarina*. *Soil Zoology*, ed. Kevan, 241-250.

SHEALS (J. G.), 1956. — Soil population studies. I. The effects of cultivation and treatment with insecticides. *Bull. Ent. Res.*, **47**: 803-822.

SHER (S. A.), 1958. — The effect of nematodes on azaleas. *Plant Dis. Reporter*, **42**: 84-85.

STEGEMAN (L. C.), 1964. — The effects of the Carbamate Insecticide Carbaryl upon Forest Soil Mites and Collembola. *Journ. Econ. Ent.*, **57**: 803-808.

VAN DEN BRANDE (J.) and HEUNGENS (A.), 1969. — Influence of repeated applications of nematicides on the soil fauna in begonia culture. *Netherlands Journal of Plant Pathology*, **75**: 40-44.

VAN DER DRIFT (J.), 1951. — Analysis of the animal community in a beech forest floor. *Mededel. Inst. Toegep. biol. Onderz. Nat.*, **9**: 1-168.

VOGEL (W.) und BERNET, 1958. — Das Wurzelsterben bei Azaleen, ein durch Nematoden verursachte Krankheit. *Schweizerisch Gartenbau-Blatt*, **79**: 292.

WALLWORK (J. A.), 1958. — Notes on the feeding behaviour of some forest soil *Acarina*. *Oikos*, **9**: 260-271.

WEIS-FOGH (T.), 1948. — Ecological investigations on mites and collemboles in the soil. *Natura Jutlandica*, **1**: 139-270.

WILCKE (D. E.), 1953. — Über die vertikale Verteilung der Lumbriciden im Boden. *Zeitschr. Morphol. Oekol. Tiere*, **41**: 372-385.

WILCKE (D. E.), 1956. — Der Einflusz der Düngung auf die Regenwürmer. *Kali-Briefe*, 7 S.

WILCKE (D. E.), 1962. — Untersuchungen über die Einwirkung von Stallmist und mineralischer Düngung auf die Besiedlung und die Leistungen der Regenwürmer im Ackerboden. Sonderband d. *Zeitschr. f. angew. Ent.*, 119-165.

WOOLLEY (T. A.), 1960. — Some Interesting Aspects of Oribatid Ecology *(Acarina)*. *Ann. Ent. Soc. Amer.*, **53**: 251-253.